

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-133045  
(P2000-133045A)

(43) 公開日 平成12年5月12日 (2000.5.12)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード <sup>*</sup> (参考)
H 0 1 B 3/00		H 0 1 B 3/00	A 5 G 3 0 3
C 0 8 K 3/00		C 0 8 K 3/00	5 G 3 0 5
C 0 8 L 25/06		C 0 8 L 25/06	5 J 0 4 5
53/00		53/00	
H 0 1 B 3/28		H 0 1 B 3/28	
審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 8 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願平10-299827

(22) 出願日 平成10年10月21日 (1998.10.21)

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所  
京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 櫻田 清恭

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式  
会社村田製作所内

(72) 発明者 原田 淳

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式  
会社村田製作所内

(74) 代理人 100091432

弁理士 森下 武一

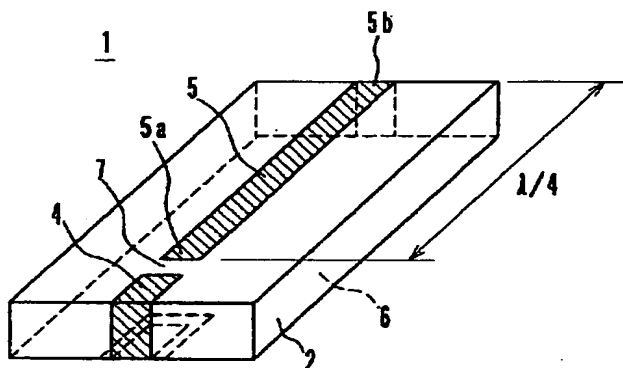
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 複合誘電体材料及びこの複合誘電体材料を使用した誘電体アンテナ

(57) 【要約】

【課題】 電気特性が良く、加工性および成形性に優れ、かつ、比重が小さい複合誘電体材料及び誘電体アンテナを得る。

【解決手段】 誘電体アンテナ1は、直方体形状のアンテナ基体2、入力電極4、放射電極5およびグランド電極6にて構成されている。アンテナ基体2の材料としては、シンジオタクチック構造を有するスチレン系重合体に、酸化剤不溶性セラミックス、酸化剤可溶性ゴム状弾性体及び酸化剤可溶性無機充填剤の中から少なくともいずれか一つを混合してなる複合誘電体材料が用いられる。複合誘電体材料は、スチレン系重合体と酸化剤可溶性ゴム状弾性体との合計が37～95体積%、酸化剤不溶セラミックスが0～35体積%、酸化剤可溶性ゴム状弾性体がスチレン系重合体と酸化剤可溶性ゴム状弾性体との合計に対して0～50体積%、酸化剤可溶性無機充填剤が0～45体積%のものが適している。



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 シンジオタクチック構造を有するスチレン系重合体に、酸化剤不溶性セラミックス、酸化剤可溶性ゴム状弾性体及び酸化剤可溶性無機充填剤の中から少なくともいずれか一つを混合してなることを特徴とする複合誘電体材料。

【請求項2】 前記スチレン系重合体と前記酸化剤可溶性ゴム状弾性体との合計が37～95体積%であり、前記酸化剤不溶性セラミックスが0～35体積%であり、前記酸化剤可溶性ゴム状弾性体が前記スチレン系重合体と酸化剤可溶性ゴム状弾性体との合計に対して0～50体積%であり、前記酸化剤可溶性無機充填剤が0～45体積%であることを特徴とする請求項1に記載の複合誘電体材料。

【請求項3】 前記酸化剤不溶性セラミックスが、ペロブスカイト系酸化物常誘電体、ペロブスカイト系酸化物強誘電体及びその混合物の中の少なくともいずれか一つであり、前記酸化剤可溶性ゴム状弾性体がジエン系ゴム及び熱可塑性ゴムの中の少なくともいずれか一つであり、前記酸化剤可溶性無機充填剤が周期律表ⅠⅠaもしくはⅠⅠb族元素の酸化物、炭酸塩、硫酸塩、燐酸塩及び珪酸塩からなる群の中の少なくともいずれか一つであることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の複合誘電体材料。

【請求項4】 前記酸化剤がクロム酸系の酸化剤であることを特徴とする請求項1ないし請求項3に記載の複合誘電体材料。

【請求項5】 請求項1ないし請求項4に記載の複合誘電体材料の少なくともいずれか一つからなるアンテナ基体を備え、該アンテナ基体の表面に放射電極及びグランド電極を設けたことを特徴とする誘電体アンテナ。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、複合誘電体材料及びこの複合誘電体材料を使用した誘電体アンテナに関する。

**【0002】**

【従来の技術】従来より、携帯電話等の移動体通信機器や無線LANに用いられる表面実装型誘電体アンテナとして、誘電体セラミックス単体や樹脂単体からなるものが提案されている。例えば、特開平9-98015号公報には、アンテナ基体がセラミックス単体や樹脂単体からなる表面実装型誘電体アンテナが開示されている。また、特開平9-221573号公報には、シンジオタクチック構造を有するスチレン系重合体、無機充填剤、ゴム状弾性体、熱可塑性樹脂からなる複合材料からなるめっき性を有する成形体が開示されている。さらに、特開平9-263663号公報、特開平10-17739号公報には、シンジオタクチック構造を有するスチレン系重合体に、相溶剤としてゴム状弾性体であるスチレ

ン系ブロックポリマを配合した成形体が開示されている。さらにまた、特開平10-45936号公報には、めっき性を有するシンジオタクチック構造を有するスチレン系重合体の発泡体の製造方法が開示されている。

**【0003】**

【発明が解決しようとする課題】ところで、近年、携帯電話等の移動体通信機器の軽量化および小型化に伴って、誘電体アンテナも軽量化および小型化の要求が高まっている。しかしながら、従来の誘電体セラミックス単体からなるアンテナや樹脂単体からなるアンテナには、それぞれ次のような不具合があった。

【0004】すなわち、誘電体セラミックス単体からなるアンテナでは、アンテナ基体の成形工程や焼成工程等に時間がかかるばかりでなく、加工性および成形性に劣り、複雑な形状のアンテナを作成するのが困難であった。また、誘電率を大きくすることで、アンテナを小型化することができるが、アンテナにはサイズ効果があり、小さくしすぎるとアンテナ特性を極端に低下させるので、アンテナの小型化には限界がある。従って、アンテナの軽量化にはアンテナの材質の比重が重要となる。しかしながら、誘電体セラミックスは比重が大きく、アンテナの軽量化に対応できないという問題もあった。一方、樹脂単体からなるアンテナでは、樹脂の比重が小さく、成形性および加工性に優れているが、比誘電率が小さいため、アンテナの小型化に対応することができないという問題があった。

【0005】そこで、本発明の目的は、電気特性が良く、加工性および成形性に優れ、かつ、比重の小さい複合誘電体材料及びこの複合誘電体材料を使用した誘電体アンテナを提供することにある。

**【0006】**

【課題を解決するための手段及び作用】前記目的を達成するため、本発明に係る複合誘電体材料は、シンジオタクチック構造を有するスチレン系重合体に、酸化剤不溶性セラミックス、酸化剤可溶性ゴム状弾性体及び酸化剤可溶性無機充填剤の中から少なくともいずれか一つを混合してなることを特徴とする。「酸化剤」は、複合誘電体材料からなる成形体の表面にめっき膜を形成する工程において、成形体表面を粗面化するために使用される薬剤を意味する。酸化剤としては、クロム酸系の酸化剤等が用いられる。

【0007】さらに、酸化剤不溶性セラミックスとしては、例えばペロブスカイト系酸化物常誘電体、ペロブスカイト系酸化物強誘電体及びその混合物の中の少なくともいずれか一つが用いられる。酸化剤可溶性ゴム状弾性体としては、例えばジエン系ゴム及び熱可塑性ゴムの中の少なくともいずれか一つが用いられる。酸化剤可溶性無機充填剤としては、例えば周期律表ⅠⅠaもしくはⅠⅠb族元素の酸化物、炭酸塩、硫酸塩、燐酸塩及び珪酸塩からなる群の中の少なくともいずれか一つが用いられ

る。

【0008】また、スチレン系重合体と酸化剤可溶性ゴム状弾性体との合計は37～95体積%である。酸化剤不溶性セラミックスは0～35体積%である。酸化剤可溶性ゴム状弾性体は、スチレン系重合体と酸化剤可溶性ゴム状弾性体との合計に対して0～50体積%である。酸化剤可溶性無機充填剤は0～45体積%である。

【0009】以上の構成により、シンジオタクチック構造を有するスチレン系重合体は低 $\tan\delta$ でかつ比重が小さいため、複合誘電体材料は、セラミックス単体からなる誘電体材料より軽量になる。しかも、この複合誘電体材料は、セラミックス単体からなる誘電体材料より加工性及び成形性に優れている。一方、セラミックスは比誘電率が大きいので、スチレン系重合体とセラミックス等からなる複合誘電体材料を用いた誘電体アンテナは、樹脂単体からなる誘電体材料を用いた誘電体アンテナより小型となる。また、酸化剤に不溶のセラミックスを採用することにより、複合誘電体材料を酸化剤に浸漬してもセラミックスが溶け出さないため、複合誘電体材料の物性が安定化する。さらに、ゴム状弾性体は、複合誘電体材料にゴム弾性を与えてめっき膜ピール強度を向上させると共に、複合誘電体材料に発生する内部応力を分散させる。そして、ゴム状弾性体や無機充填剤の材料として、酸化剤可溶のものを採用することにより、複合誘電体材料の成形体表面にめっき膜を形成する工程において、成形体表面の粗面化が促進され、めっき膜のアンカー効果が向上する。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、添付の図面を参照して本発明に係る複合誘電体材料及びそれを使用した誘電体アンテナの実施の形態を説明する。

【0011】本発明に係る誘電体アンテナの一つの実施形態を図1に示す。該誘電体アンテナ1は、直方体形状のアンテナ基体2、入力電極4、放射電極5およびグランド電極6にて構成されている。アンテナ基体2の材料としては、シンジオタクチック構造を有するスチレン系重合体（以下、SPSと記す）に、酸化剤不溶性セラミックス、酸化剤可溶性ゴム状弾性体及び酸化剤可溶性無機充填剤の中から少なくともいずれか一つを混合してなる複合誘電体材料が用いられる。ここで、「酸化剤」とは、後述するように、アンテナ基体2の表面にめっき膜を形成する工程において、アンテナ基体2の表面を粗面化するための薬剤である。SPSを使用するのは、汎用のアタクチックポリスチレン（汎用PS）が有する高周波で良好な誘電特性を維持しつつ、耐溶剤性及び耐熱性に優れているためである。低 $\tan\delta$ 及び耐熱性を有するものとしては、PTFE系樹脂、液晶ポリマー等もあるが、PTFE樹脂は成形性、コスト、めっき性の点でSPSに劣り、液晶ポリマーはコストの点でSPSに劣る。

【0012】酸化剤不溶性セラミックスは、複合誘電体材料の比誘電率をアップさせるために添加される。酸化剤不溶性セラミックスとしては、高周波で誘電正接（ $\tan\delta$ ）が小さい $\text{CaTiO}_3$ 、 $\text{SrTiO}_3$ 等のペロブスカイト系酸化物常誘電体、 $\text{BaTiO}_3$ 等のペロブスカイト系酸化物強誘電体及びその混合物や、 $\text{BaO}-\text{Nd}_2\text{O}_3-\text{TiO}_2$ 等が使用される。なお、酸化剤に可溶のセラミックスは、複合誘電体材料を酸化剤に浸漬した際に溶け出して、複合誘電体材料の物性にばらつきが生じるため使用できない。

【0013】酸化剤可溶性ゴム状弾性体は、複合誘電体材料にゴム弾性を与えてめっき膜ピール強度を向上させると共に、複合誘電体材料に発生する内部応力を分散させるために添加される。酸化剤に可溶のゴム状弾性体を採用したのは、めっき膜のアンカー効果を促進させるためであり、酸化剤不溶ゴム状弾性体と比較して、めっき密着性をより一層向上させることができる。酸化剤可溶性ゴム状弾性体としては、ゴム弾性の高い汎用のジエン系ゴムや、熱可塑性ゴム等が使用される。本実施形態では、架橋し粉碎する必要のない熱可塑性ゴム、特にスチレン系で耐熱性の高いスチレン-エチレン-ブチレン-スチレンのブロック共重合体（SEBS）を採用した。

【0014】一般的に安価な酸化剤可溶性無機充填剤は、めっき膜ピール強度を向上させると共に、複合誘電体材料のコストを低減させるために添加される。酸化剤に可溶の無機充填剤を採用したのは、めっき膜のアンカー効果を促進させるためであり、酸化剤不溶無機充填剤と比較して、めっき密着性をより一層向上させることができる。酸化剤可溶性無機充填剤としては、周期律表ⅠⅠaまたはⅠⅠb族元素の酸化物、炭酸塩、硫酸塩、磷酸塩および珪酸塩からなる群の中から選択することができる。これらのものは何れも酸化剤に可溶であるため、めっき密着性を向上させる効果を有しているが、中でもめっき膜形成の前処理のし易さと製造コストの点から炭酸カルシウムが適している。

【0015】そして、複合誘電体材料は、スチレン系重合体と酸化剤可溶性ゴム状弾性体との合計が37～95体積%、酸化剤不溶性セラミックスが0～35体積%、酸化剤可溶性ゴム状弾性体がスチレン系重合体と酸化剤可溶性ゴム状弾性体との合計に対して0～50体積%、酸化剤可溶性無機充填剤が0～45体積%の範囲内で設定される。

【0016】入力電極4は、アンテナ基体2の手前側端部に設けられている。放射電極5は、アンテナ基体2の上面中央部に設けられ、アンテナ基体2の長手方向に直線状に延在している。放射電極5の長さは $\lambda/4$ （ $\lambda$ ：アンテナ基体2内での中心波長）である。放射電極5の一方の端部5aは、所定の間隔をおいて入力電極4に対向している。放射電極5の他方の端部5bは、アンテナ基体2の奥側端面を廻り込んで、アンテナ基体2の略下

面全面に設けられたグランド電極6に電氣的に接続している。

【0017】前記のようなストリップライン構成からなる誘電体アンテナ1は、SPSの比重が小さいため、アンテナ基体2の軽量化を図ることができる。また、酸化剤不溶性セラミックスの比誘電率が大きいため、アンテナ基体2の小型化を図ることができる。さらに、アンテナ基体2が低 $\tan\delta$ のSPSと酸化剤不溶性セラミックス等の複合誘電体材料からなるので、安定したアンテナ特性を有する誘電体アンテナ1を得ることができる。

【0018】次に、表1～表3に示すように、複合誘電体材料の組成比及び組成物を種々変更させて、誘電特性、めっきピール強度、撓み試験及び比重の変動を測定した。表1～表3に示す容量比で秤量したSPSと酸化剤不溶性セラミックス粉末等を粗混合した後、2軸押出し機を用いて複合材料ペレットを製作した。2軸押出し時のシリンダ温度は290℃、軸回転数は160rpmであった。

【0019】

【表1】

表1

	SPS (体積%)	セラミックス (体積%)	ゴム状弾性体 (体積%)	ゴム状弾性体の(S PS+ゴム状弾性 体)に対する割合 (体積%)	無機充填材 (体積%)
実施例1	18.5	30	18.5	50	33
実施例2	95	5	0	0	0
実施例3	85	15	0	0	0
実施例4	77	23	0	0	0
実施例5	30	35	30	50	5
実施例6	80	10	0	0	10
実施例7	70	20	0	0	10
実施例8	80	0	0	0	20
実施例9	65	15	0	0	20
実施例10	55	15	10	15.4	20
実施例11	32.5	15	32.5	50	20
実施例12	55	10	0	0	35
実施例13	60	0	0	0	40
実施例14	24	20	16	40	40

【0020】

【表2】

表2

	SPS (体積%)	セラミックス (体積%)	ゴム状弾性体 (体積%)	ゴム状弾性体の(S PS+ゴム状弾性 体)に対する割合 (体積%)	無機充填材 (体積%)
実施例15	25	5	25	50	45
実施例16	80	10	0	0	ピロリン酸Ca 10
実施例17	55	15	10	15.4	ピロリン酸Ca 20
実施例18	55	10	0	0	ピロリン酸Ca 35
実施例19	65	15	0	0	硫酸Ba 20
実施例20	55	SrTiO <sub>3</sub> 15	10	15.4	20
実施例21	55	BaTiO <sub>3</sub> 15	10	15.4	20
実施例22	55	15	SBR 10	15.4	20
実施例23	93	0	0	0	6

【0021】

【表3】

表3

	SPS (体積%)	セラミックス (体積%)	ゴム状弾性体 (体積%)	ゴム状弾性体の(S PS+ゴム状弾性 体)に対する割合 (体積%)	無機充填材 (体積%)
比較例1	100	0	0	0	0
比較例2	62	38	0	0	0
比較例3	31	38	31	50	0
比較例4	34.1	38	27.9	55	0
比較例5	36	10	44	55	10
比較例6	29.2	15	35.8	55	20
比較例7	17.5	35	17.5	50	30
比較例8	15	25	15	50	45
比較例9	22.5	0	22.5	50	55

【0022】ここに、セラミックス粉末として、実施例1～19、22、23及び比較例1～9の場合には平均粒径 $1.2\mu\text{m}$ の $\text{CaTiO}_3$ を使用し、実施例20の場合には平均粒径 $1.3\mu\text{m}$ の $\text{SrTiO}_3$ を使用し、実施例21の場合には平均粒径 $2.0\mu\text{m}$ の $\text{BaTiO}_3$ を使用した。ゴム状弾性体として、実施例1～21、23及び比較例1～9の場合にはスチレン-エチレン-ブチレン-スチレンのブロック共重合体(シェルジャパン製クレイトンG1650)を使用し、実施例22の場合にはスチレン-ブタジエンゴム(日本ゼオン製2057S-スチレン含有量60%)を使用した。無機充填剤として、実施例1～15、20～23及び比較例1～9の場合には平均粒径 $2.6\mu\text{m}$ の $\text{CaCO}_3$ を使用し、実施例16～18の場合には平均粒径 $0.5\mu\text{m}$ のピロリン酸カルシウムを使用し、実施例19の場合には平均粒径 $1\mu\text{m}$ の硫酸バリウムを使用した。

【0023】製作した複合材料ペレットを使用して、射出成形法にて直径が50mm、板厚が1.3mmの円形の評価板を成形した。この射出成形法は、誘電体アンテナ等の複雑形状のものを容易にかつ短時間に成形することができる。そして、射出成形の際には、SPSを溶融させる程度の熱を加えるだけでよく、セラミック焼成のように $1000^\circ\text{C}$ 以上の温度は不要である。成形された評価板の表面には、以下の工程によりめっき膜を形成した。

【0024】まず、評価板を界面活性剤水溶液(常温)に6分間浸漬して、評価板の表面を脱脂洗浄した。次に、評価板を、クロム酸系の酸化剤である、無水クロム酸(400g/リットル水溶液):硫酸(400g/リットル水溶液)=1:1の混合液( $68^\circ\text{C}$ )に12分間浸漬して、評価板の表面を粗面化した。特に、評価板の表面に露出した酸化剤可溶性のゴム状弾性体や無機充填

剤が酸化剤によってエッチングされ、評価板の表面の粗面化が促進されるため、評価板の表面に形成されるめっき膜のアンカー効果が大きくなる。また、クロム酸系の酸化剤は、ABS樹脂にめっきする際の前処理等でも用いられるポピュラーな酸化剤である。従って、既存の製造設備を使用でき、新たに製造設備を作る必要がない。なお、アルカリエッチングは、ゴム状弾性体をエッチングすることができない。

【0025】次に、評価板を充分水洗してから、 $45^\circ\text{C}$ のカチオン系界面活性剤液に5分間浸漬(コンディショナ工程)した後、 $50^\circ\text{C}$ の塩化パラジウム/塩化錫の塩酸酸性水溶液に5分間浸漬して評価板の表面にパラジウムを付着させた(キャタリスト工程)。次に、評価板を、常温の塩酸水溶液に10分間浸漬した(アクセラレータ工程)。この後、評価板を常温の硫酸銅アルカリ水溶液に20分間浸漬して、評価板の表面に $0.05\sim 0.1\mu\text{m}$ の無電解銅メッキ膜を形成した。さらに、無電解銅めっき膜の上に電解銅めっき膜を形成し、合計 $10\sim 70\mu\text{m}$ の厚みを有するめっき膜を成膜した。

【0026】こうして得られた各サンプルについて、誘電特性及びめっき膜ピール強度の測定をした結果を表4及び表5に示す。誘電特性の測定には、共振周波数と無負荷Qより比誘電率及び誘電正接を算出する空洞摂動法を用いた。めっき膜ピール強度の測定は、めっき膜をエッチングして幅が10mmで長さが45mmの短冊状パターンを形成した後、この短冊状パターンを、短冊の長さ方向で、引き上げ方向が常に評価板と垂直になるような状態で評価板から引き剥がす際の荷重を測定した。垂直引き剥がし速度は、 $0.9\text{mm/s}$ である。

【0027】

【表4】

表4

	$\epsilon_r/Q$ (3GHz)	ピール強度 (kg/cm)	撓み試験	比重
実施例1	15.0/200	0.55	◎	2.42
実施例2	3.2/3700	1.50	◎	1.15
実施例3	4.8/2940	0.60	◎	1.44
実施例4	6.8/1430	0.51	◎	1.67
実施例5	12.0/205	0.52	◎	2.08
実施例6	4.4/3000	0.73	◎	1.47
実施例7	6.8/1750	0.55	◎	1.76
実施例8	3.3/4500	1.02	◎	1.35
実施例9	6.3/2040	0.62	◎	1.78
実施例10	6.2/1800	0.82	◎	1.77
実施例11	6.0/1300	0.95	◎	1.75
実施例12	6.2/1150	1.01	◎	1.89
実施例13	4.3/2900	0.85	◎	1.69
実施例14	9.8/230	0.59	◎	2.25
実施例15	5.3/230	0.65	◎	1.89
実施例16	4.4/2270	0.72	◎	1.50
実施例17	6.3/1700	0.80	◎	1.84
実施例18	6.3/1050	1.03	◎	2.11
実施例19	6.2/1950	0.58	◎	2.14
実施例20	6.3/1700	0.80	◎	1.86
実施例21	6.3/1500	0.81	◎	2.07
実施例22	6.2/1700	0.78	◎	1.78
実施例23	2.7/10000 以上	1.68	◎	1.10

【0028】

【表5】

表5

	$\epsilon_r/Q$ (3GHz)	ピール強度 (kg/cm)	撓み試験	比重
比較例1	2.4/10000 以上	1.30	◎	1.01
比較例2	13.0/205	0.38	××	2.11
比較例3	12.5/195	0.36	××	2.08
比較例4	12.0/188	0.55	×	2.08
比較例5	4.2/2800	0.86	×	1.42
比較例6	5.9/1150	0.99	×	1.75
比較例7	18.0/130	0.40	×	2.51
比較例8	15.0/150	0.45	×	2.48
比較例9	5.5/700	0.40	××	1.92

【0029】また、表4及び表5に記載されている撓み試験及び比重は次の条件で製作した誘電体アンテナ1

(図1参照)を用いて測定した。表1～表3に示す容量比で秤量したSPSと酸化剤不溶性セラミックス粉末等を粗混合した後、2軸押出し機を用いて複合材料ペレットを製作した。このペレットを、120℃の温度で3時間予備乾燥した後、射出成形法にて直方体形状のアンテナ基体2を成形した。このとき、成形温度は290℃、射出速度は50mm/s、保圧は500kg/cm<sup>2</sup>に設定した。

【0030】成形されたアンテナ基体2の表面には、前

述のめっき膜形成工程と同様の工程でめっき膜が形成される。ただし、めっき膜は無電解銅めっきが厚さ0.1μm、電解銅めっきが厚さ3～4μm、電解ニッケルめっきが厚さ1～2μm、電解金めっきが厚さ0.1μmの順で積層される。このとき、電解銅めっきを成膜した時点で、パターニングされたメタルマスクを用いてレジストを電解銅めっき膜上に塗布し、塩化第2鉄でエッチングして入力電極4、放射電極5及びグランド電極6のパターニングを行った。

【0031】撓み試験は、製作した誘電体アンテナ1を、厚み1.6mmの回路基板にリフロー半田により実

装し、その回路基板の3点曲げ試験（はり90mm＋押し1mm）を行う。その後、誘電体アンテナ1の外観を観察し、正常な場合は◎、めっき膜に亀裂や膨れが発生している場合には×、めっき膜に欠落が発生している場合には××と判定する。リフロー半田の温度条件は、ピーク温度が235℃で、200℃以上（60秒間）である。比重測定は、水中置換法で測定した。水温は23℃であった。

【0032】表4及び表5から分かるように、実施例1～23の誘電体アンテナ1の場合、つまり、誘電体アンテナ1の組成成分がスチレン系重合体と酸化剤可溶性ゴム状弾性体との合計が37～95体積%、酸化剤不溶性セラミックスが0～35体積%、酸化剤可溶性ゴム状弾性体がスチレン系重合体と酸化剤可溶性ゴム状弾性体との合計に対して0～50体積%、酸化剤可溶性無機充填剤が0～45体積%の範囲の場合には、比誘電率 $\epsilon_r$ は3GHzで2.5～15の範囲にあり、無負荷Qは3GHzで200を超える値を有しており、めっき膜ピール強度は0.5kg/cmを超えており、撓み試験でも異常が認められず、比重は2.5よりも小さく、セラミックス単体の比重（約3.80）に比較して大幅に小さくなる。

【0033】一方、誘電体アンテナ等の高周波部品では、2.5～15の比誘電率 $\epsilon_r$ を有するとともに回路基板に表面実装される表面実装タイプのものが要求されている。SPSと酸化剤可溶性ゴム状弾性体との合計が、表3の比較例1に示すように、95体積%を超えた場合には、比誘電率 $\epsilon_r$ が2.5より小さくなり（表5の比較例1参照）、誘電体アンテナを小型化することができない。また、SPSと酸化剤可溶性ゴム状弾性体との合計が、表3の比較例7、8に示すように、37体積%より少ない場合には、複合誘電体材料の機械的強度が低下するため、めっき密着強度が低下したり、成形性が悪くなる（表5の比較例7、8参照）。また、酸化剤不溶性セラミックスが、表3の比較例2、3に示すように、35体積%を超えた場合には、混練工程においてセラミックスが樹脂に十分に濡れないため、複合誘電体材料が脆くなってめっき密着強度が低下する（表5の比較例2、3参照）。

【0034】さらに、酸化剤可溶性無機充填剤が、表3

の比較例9に示すように、45体積%を超えると、無機充填剤が酸化剤によってエッチングされ過ぎて、複合誘電体材料の表層部分に多数の微細孔が発生する。この結果、複合誘電体材料の機械的強度が低下し、めっき密着強度も低下する（表5の比較例9参照）。酸化剤可溶性ゴム状弾性体が、表3の比較例4、5、6に示すように、SPSとゴム状弾性体との合計に対して50体積%を超えると、複合誘電体材料の誘電特性及び耐熱性が低下する（表5の比較例4、5、6参照）。表5において、下線が付されているデータが問題となる物性を示す。

【0035】なお、本発明に係る複合誘電体材料およびそれを使用した誘電体アンテナは、前記実施形態に限定されるものではなく、その要旨の範囲内で種々に変更することができる。

#### 【0036】

【発明の効果】以上の説明からも明らかなように、本発明に係る複合誘電体材料は、成形に必要な温度はSPSを熱熔融させる程度の温度でよく、セラミックスの焼成のように高い温度が不要である。さらに、射出成形が可能であり、簡単かつ効率よく複雑な形状に成形することができ、めっき電極も容易に形成することができ、しかもその密着強度が高いことと相俟ってスルーホール等も容易に形成することができる。また、SPSが高周波特性に優れているので、ギガヘルツ帯においても低tan $\delta$ の優れた電気特性を有する高周波部品を得ることができる。従って、SPSとセラミックス等からなる複合誘電体材料は、同じ比誘電率の場合にはセラミックス単体からなる誘電体材料より軽量になる。さらに、ゴム状弾性体が添加されているので、内部応力が緩和され、リフロー半田時の変形不良が発生しにくい。

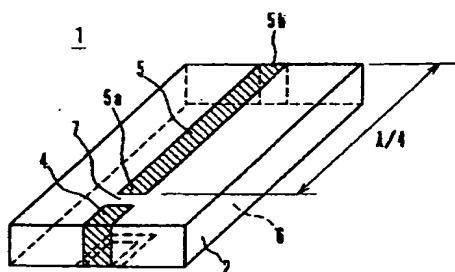
#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る誘電体アンテナの一つの実施形態を示す斜視図。

#### 【符号の説明】

- 1…誘電体アンテナ
- 2…アンテナ基体
- 4…入力電極
- 5…放射電極
- 6…グランド電極

【図1】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

ターム (参考)

H 0 1 B 3/44

H 0 1 B 3/44

K

H 0 1 Q 13/08

H 0 1 Q 13/08

(72) 発明者 木村 幸司

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式  
会社村田製作所内

F ターム (参考) 5G303 AA04 AB07 AB20 BA12 CA01  
CA09 CB03 CB06 CB22 CB32  
CB35 CC02 CD11  
5G305 AA09 AB10 AB34 AB36 AB40  
BA12 BA15 CA02 CA08 CA47  
CC11 CC12 CD01  
5J045 AB06 BA01 DA09 EA07 HA03  
LA04 NA03